

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: Technologie mikro- i optoelektroniczne
Nazwa w języku angielskim: Micro- optoelectronics technologies
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy): nanoinżynieria
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: FTP001250W i FTP001250L
Grupa kursów NIE

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 30 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 60 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0,5 | | 1 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
3. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu zastosowania nanostruktur w konstrukcji zaawansowanych elementów opto- i mikro-elektronicznych, sensorów i elementów pamięci
- C2 Nabycie wiedzy na temat zastosowania nanostruktur w elementach mikrofluidycznych oraz magazynowania energii
- C3 Zapoznanie studentów z obecnym stanem oraz trendami rozwojowymi zastosowań nanostruktur
- C4 Zapoznanie studentów z procesem technologicznym wytwarzania wybranego elementu wykorzystującego nano-struktury
- C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie zastosowań nanostruktur w konstrukcji elementów i systemów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 rozumie znaczenie nanoinżynierii i jej zastosowań oraz jej pozycję w obszarze nauk technicznych

PEK_W02 ma szczegółową wiedzę z zakresu nanostruktur i nanokryształów półprzewodnikowych obejmującą metody ich klasyfikacji, wytwarzania, badania i zastosowań

PEK_W03 ma szczegółową wiedzę z zakresu projektowania i wytwarzania struktur niskowymiarowych pozwalającą na zaprojektowanie struktury o zadanych własnościach fizycznych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U02 potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

PEK_U02 potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie

PEK_U03 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim i obcym na temat realizacji badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcenia, w tym samodoksztalcenia; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

PEK_K02 potrafi pracować samodzielnie i w grupie, umie przyjąć na siebie rolę kierowniczą

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Nanostruktury: definicje, klasyfikacja, materiały, obszary zastosowań | 2 |
| Wy2 | Miniaturyzacja a skalowanie, nowe właściwości funkcjonalne nanostruktur | 2 |
| Wy3 | Przegląd podstawowych procesów technologicznych wytwarzania i modyfikacji właściwości nanostruktur | 2 |
| Wy4 | Wytwarzanie warstw i struktur niskowymiarowych półprzewodników złożonych (CVD, MOVPE, MBE) | 2 |
| Wy5 | Samoorganizujące się struktury półprzewodnikowe: studnie, druty, kropki kwantowe – wytwarzanie, charakteryzacja, zastosowanie w przyrządach | 2 |
| Wy6 | Litograficzne i Nielitograficzne metody wytwarzania nanostruktur: nanopodłoża, nanolaminaty | 2 |
| Wy7 | Wytwarzanie i zastosowanie kryształów fonicznych | 2 |
| Wy8 | Właściwości i wytwarzanie indywidualnych nanoobjętości: nanoobjętości węglowe, fulereny, nanodiamant, DLC, ND, grafem | 2 |
| Wy9 | Zastosowanie indywidualnych nanoobjętości na bazie węgla | 2 |
| Wy10 | Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach elektronicznych | 2 |
| Wy11 | Sensory gazów i bio-sensory na bazie nanostruktur | 2 |

| | | |
|------|---|-----------|
| Wy12 | Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach optoelektronicznych: lasery i detektory | 2 |
| Wy13 | Wytwarzanie i zastosowania funkcjonalnych materiałów gradientowych | 2 |
| Wy14 | Nowe zastosowania nanostruktur: tranzystory 3D, nano-sensory i nanonarzędzia | 2 |
| Wy15 | Problemy bezpiecznego i świadomego stosowania nanostruktur | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć – laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| L1 | Organizacja i działanie nowoczesnego laboratorium półprzewodnikowego (clean room) | 3 |
| L2 | Infrastruktura i aparatura technologiczna do wytwarzania elementów mikro- i optoelektronicznych | 3 |
| L3 | Proces technologiczny wytwarzania elementów półprzewodnikowych | 3 |
| L4 | Osadzanie struktur przyrządowych AIII(BV)(N) techniką MOVPE | 3 |
| L5 | Nowoczesne technologie odwzorowania i wytwarzania masek | 3 |
| L6 | Zastosowanie techniki fotolitografii | 3 |
| L7 | Zastosowanie techniki elektronolitografii | 3 |
| L8 | Technik CVD w procesie wytwarzania elementów (PECVD, ICPCVD, RIE) | |
| L9 | Wykonywanie ścieżek i połączeń metalicznych (technika PVD) | 3 |
| L10 | Pomiary międzyoperacyjne i charakteryzacja wytworzonych elementów (AFM, SEM, pomiary optyczne/elektryczne) | 3 |
| | Suma godzin | 30 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna 2. Praca własna – przygotowanie do wykładu 3. Konsultacje 4. Praca własna – przygotowanie do seminarium 5. Laboratorium 6. Praca własna – przygotowanie do laboratorium 7. Samodzielne przygotowanie prezentacji podanego zagadnienia - wykorzystanie aktualnej literatury przedmiotu |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
|---|--------------------------|---|
| F1 | PEK_U01 | odpowiedzi ustne, kolokwium |

| | | |
|-----------------------------------|--|---|
| | PEK_U02 PEK_K01 | |
| F2 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K02 | wystąpienia przygotowane dla podanego zagadnienia |
| $P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$ | | |
| F3 | PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 | Zaliczenie |
| P = F3 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA | |
|---|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marc J. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, Third Edition, Boca Raton, USA, 2011 2. G. Cao, Y. Wang, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, Second Edition, World Scientific Publishing Co., Pte. Ltd., Singapore, China, 2011 <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. czasopismo: IEEE <i>Nanotechnology</i> Magazine 2. http://nanotechnology.com | |
| OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) | |
| Prof. dr hab. inż. Regina Paszkiewicz, Regina.Paszkiewicz@pwr.wroc.pl | |

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Technologie mikro- i optoelektroniczne
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU FIZYKA TECHNICZNA
I SPECJALNOŚCI NANOINŻYNIERIA

| Przedmiotowy efekt kształcenia | Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)** | Cele przedmiotu*** | Treści programowe*** | Numer narzędzia dydaktycznego*** |
|---------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---|
| PEK_W01 | K1FTE_W015_NIN, K1FTE_W022_NIN, K1FTE_W023_NIN | C1, C2, C3 | Wy1÷W15 | 1, 2, 3 |
| PEK_W02 | K1FTE_W015_NIN, K1FTE_W022_NIN, K1FTE_W023_NIN | C1, C2, C3 | Wy1÷W15 | 1, 2, 3 |
| PEK_W03 | K1FTE_W015_NIN, K1FTE_W022_NIN, K1FTE_W023_NIN | C1, C2, C3 | Wy1÷W15 | 1, 2, 3 |
| PEK_U01 | K1FTE_U01, K1FTE_U02 | C1, C2, C3 | S1÷S10 | 3, 4, 5 |
| PEK_U02 | K1FTE_U01, K1FTE_U02 | C1, C2, C3 | S1÷S10 | 3, 4, 5 |
| PEK_U03 | K1FTE_U01, K1FTE_U04 | C1, C2, C3 | S1÷S10 | 3, 4, 5 |
| PEK_K01 | K1FTE_K01, K1FTE_K02, | C1, C2, C3 | S1÷S10 | 3, 4, 5 |
| PEK_K02 | K1FTE_K01, K1FTE_K02, | C1, C2, C3 | S1÷S10 | 3, 4, 5 |

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej